

525545

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 11 日 (11.03.2004)

PCT

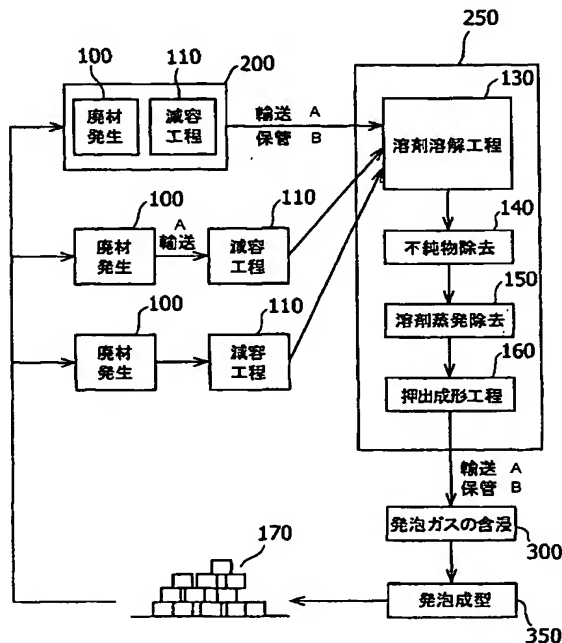
(10) 国際公開番号
WO 2004/020167 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B29B 17/00, C08J 11/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/002237
- (22) 国際出願日: 2003 年 2 月 27 日 (27.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-248069 2002 年 8 月 28 日 (28.08.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本鋼管株式会社 (NKK CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 Tokyo (JP). 信越化学工業株式会社 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 関 正彦 (SEKI, Masahiko) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内 Tokyo (JP). 結城 敏広 (YUUKI, Toshihiro) [JP/JP]; 〒950-3134 新潟県新潟市新崎293番地14 株式会社結城製作所内 Niigata (JP). 福永 剛 (FUKUNAGA, Takeshi) [JP/JP]; 〒104-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番1号 信越化学工業株式会社内 Tokyo (JP). 小林 泰史 (KOBAYASHI, Taishi) [JP/JP]; 〒942-0091 新潟県中頸城郡頸城村大字西福島28番地の1 信越化学工業株式会社 合成技術研究所内 Niigata (JP).
- (74) 代理人: 奥山 尚一, 外 (OKUYAMA, Shoichi et al.); 〒107-0052 東京都港区赤坂三丁目2番12号 赤坂ノアビル8階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR RECYCLING FOAMED POLYSTYROL RESIN

(54) 発明の名称: 発泡スチロール樹脂のリサイクル方法



100...GENERATION OF WASTE MATERIAL
110...VOLUME REDUCTION STEP
130...STEP OF RESOLUTION IN SOLVENT
140...REMOVAL OF IMPURITIES
150...REMOVAL OF SOLVENT BY EVAPORATION
160...EXTRUSION STEP
300...IMPREGNATION WITH FOAMING GAS
350...FOAM MOLDING STEP
A...TRANSPORTATION
B...STORAGE

(57) Abstract: A method for recycling a foamed polystyrene resin, which comprises a volume reduction step (110) of reducing the volume of the foamed polystyrene resin, a resolution step (130) of dissolving the foamed polystyrene resin reduced in its volume in a solvent, and a step (160) of subjecting the dissolved foamed polystyrene resin to an extrusion process; and an apparatus for separating a polystyrene solution followed by recovering which is used in the step of subjecting the dissolved foamed polystyrene resin to an extrusion process. The above method allows the minimization of the difficulty of removal of a foreign matter and the decrease of molecular weight due to the heating during an extrusion step in a conventional heat melting method and the discharge of a vaporized solvent accompanied by a gas discharged in a volume reduction step and the loss of the solvent due to the discharge appearing in a conventional method of dissolution into a solvent.

[続葉有]

WO 2004/020167 A1



(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

従来の熱溶融法の異物除去の困難性及び押出成形工程の加熱による分子量の低下、さらに、溶剤溶解法における減容工程での放出ガスに伴伴する気化した溶剤の放出とそれに伴うロスを最小限にした発泡スチロール樹脂のリサイクルを行うことができる、発泡スチロール樹脂を減容する減容工程110と、減容された発泡スチロール樹脂を溶剤に溶解する溶解工程130と、溶解された発泡スチロール樹脂を押出成形する工程160とを含んでなる発泡スチロール樹脂のリサイクル方法が提供される。また、溶解された発泡スチロール樹脂を押出成形する工程に用いられるポリスチレン溶解液分離回収装置が提供される。

明細書

発泡スチロール樹脂のリサイクル方法

技術分野

本発明は、発泡スチロール樹脂のリサイクル方法に関する。より具体的には、本発明は、発泡スチロール樹脂成型品の廃材から高品質な発泡スチロール用再生樹脂をリサイクルする方法に関する。また、本発明は、発泡スチロール樹脂のリサイクルに用いられる、発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液から溶剤を分離回収するポリスチレン溶解液分離回収装置に関する。

背景技術

発泡スチロール樹脂は、家電製品等の各種の梱包材料として多量に使われるほか、建材等にも使用されている。このような発泡スチロール樹脂の端切れや使用済みの成型品の再生利用は、環境保全や経済性の点から大きな課題となっている。

一般に発泡スチロールのリサイクルにおける問題点としては、以下の2点が挙げられる。一つ目は、発泡スチロールは嵩高いため、そのまま輸送すると輸送コストがかかることから、輸送に先立って発泡スチロール樹脂を減容することが求められている点である。二つ目は、発泡スチロール樹脂の再生過程において混入するゴミや異物による品質低下と主として処理過程における加熱により生ずる分子量の低下に伴う品質低下が生じる点である。

これまで提案されている発泡スチロール樹脂の再生方法には、大きく分けて熱溶解法と溶剤溶解法の2種類があるが、これらの問題点を必ずしも解決出来るものではない。

熱溶解法は、発泡スチロール樹脂の廃材を加熱溶解して、発泡により嵩高になっている廃材を減容（容積を減ら）して、より密度の高い樹脂の塊（インゴット）にし、次いで、この減容樹脂を適当な大きさに粉碎した後に押出機に投入し、加熱しながらペレット状に押出成形するものである。熱溶解による減容の場合、減容後の樹脂の見掛け密度は約 1.0 g/cm^3 となる。発泡スチロール樹脂の廃

材を必要により粉碎した後に、押出機で加熱溶融による減容からペレット化までを加熱下で一気に行う方法もある。

熱溶融法では、最終工程のペレット状に押出成形する段階でスクリーンを設けて異物を除去することもできるが、半固体状の樹脂を濾過するので、異物除去の性能には限界がある。そのため、原料段階で異物の除去を行う必要があるが、原料となる発泡スチロール樹脂の廃材に混在する異物の除去は人手によらなければならないので、総じて熱溶融法では異物除去が困難である。

また、過熱による樹脂の分子量の低下が生じ易く、再生発泡スチロール樹脂成型品の引っ張り強度や衝撃強度等が低下する等、品質が大きく低下する。

他方、溶剤溶解法は、発泡スチロール樹脂を有機溶剤に溶解することにより減容して、次いでこの溶液を押出機に注入後、加熱攪拌して溶剤を蒸発除去しながら樹脂を熔融状態にしてペレット状の押出成形品を製造するものである。溶剤としては、塩素化炭化水素、リモネン、THF等が提案されている。溶剤溶解法の一例としては、特開平10-330530号公報や特開2000-334738号公報に開示されている方法がある。

溶剤溶解法は、樹脂を溶解した液状の状態での濾過が可能であり、異物の除去には適している。また、加熱の程度も押さえることができるので、分子量の低下という再生品の品質劣化は少ない。しかし、樹脂が溶解した溶液から溶剤を効率良く除去する工程が必要であり、更に、溶剤を使用するので、発泡スチロール樹脂の再生の全工程において溶剤の取り扱い設備や管理者が必要になる。特に有機溶剤による減容化後、別の工場へ輸送して押出成形する場合は、同時に溶剤も輸送することになるため輸送コストが高くなる。

また、発泡スチロール樹脂は、樹脂中に気泡として大量の気体を含んでいるが、溶解時にこの気体が放出され、放出された気体に同伴して気化した溶剤も系外に出ることとなる。従って、発泡スチロール樹脂の減容工程で溶剤を用いると、大量の気体と共に溶剤も系外へ出てしまうため、低沸点溶剤の場合、溶剤のロスも多く、環境保全上も好ましくない。このような気化溶剤の系外への放出は防がなければならないが、そのための溶剤回収装置が必要になる。このため、発泡スチロールの溶解は、あまり小規模で行うと、設備面及び管理面から経済的でなく、

実施が困難となる。

一方、発泡スチロール樹脂は嵩高であり、輸送効率が悪いいため、廃材の発生場所での溶解を行うことも提案されている（特開平 11-181144 号公報、特開 2000-154275 号公報）。この場合、規模が小さくなり、設備面及び管理面から実用的でないと同時に、溶剤も同時に輸送しなければならないので、輸送コストが高くなるという問題点があった。

また、特定の再生法を前提にしなくても、輸送や保存のために発泡スチロール樹脂の容積を減らすことが一般的に求められる。使用された梱包材料や、成型品製造時にできる端切れ等の発泡スチロール樹脂の廃材を長距離輸送したのでは、再生のコストが高くなってしまう。本発明は、これらの従来技術の有する問題を解消することを目的とする。

また、溶剤溶解法で用いられるポリスチレン溶解液からポリスチレンと溶剤を分離して回収する装置としては、特開 2000-7822 号公報に開示されたものがある。この分離回収装置は、図 9 の正面図に示すように、加熱器が装着されたバレル 41 に主軸スクリー 42 を内蔵した押出し部を形成し、主軸スクリー 42 の基端部には、主軸スクリー 42 を回転させる駆動機構 43 を装着し、主軸スクリー 42 の形状やピッチを調整し、これを回転することにより、樹脂溶解液を加圧、加熱、混練して、溶剤を気化しながら基端側より先端側に向けて移動するように構成すると共に、主軸スクリー 42 の基端部近傍には、樹脂溶解液流入口 44 を設け、先端部には、溶融した樹脂を押し出して成形する押出し成形部 45 を装着し、前記押出し部には、気化分離した溶剤を集気し脱気回収するように構成された気化溶剤回収部 46 を設けると共に、気化溶剤回収部 46 の先方には、気化溶剤を熱交換機により冷却し液化する液化溶剤回収部 47 を装備したものである。

しかしながら、上述した特開 2000-7822 号公報に開示されたポリスチレン溶解液からポリスチレンと溶剤を分離回収する装置には、次のような問題点がある。

(1) ポリスチレン溶解液は、スクリーにより混練されながらバレル（シリンダー）内を前進していくが、スクリーの溝に入っているポリスチレン溶解液は、

スクリー軸に沿って前進していくのみであり、ポリスチレン溶解液が攪拌されることはない。したがって、パレルの壁面に装着された加熱器からの熱が効果的にポリスチレン溶解液に伝達されず、溶剤の気化が促進されにくい。

(2) シリンダー内壁とスクリーとの間の隙間は、溶解液が先端に近づくほど小さくなっている。したがって、溶剤が加熱されたことにより発生するガスは、スクリー軸に沿って螺旋状の軌跡を描きながら、流出口に向かって前進するしかないためガスが抜けにくく、ポリスチレンと溶剤が十分に分離されない状態で、シリンダーの流出口から流出する。本発明は、さらに、従来技術の上述のような問題点を解消するためになされたものであり、溶剤の気化が促進されやすく、かつ気化したガスを効率よく抜きだすことのできるポリスチレン溶解液分離回収装置を提供することを目的としている。

発明の開示

本発明は、発泡スチロール樹脂を減容する減容工程と、減容された発泡スチロール樹脂を溶剤に溶解する溶解工程と、溶解された発泡スチロール樹脂を押出成形する押出成形工程と、上記押出成形品を用いて発泡スチロールを製造する再生工程とを含んでなる発泡スチロール樹脂のリサイクル方法を提供する。さらに、本発明によれば、この発泡スチロール樹脂のリサイクル方法において、上記減容工程が、機械的に圧縮する工程又は200℃以下の温度で部分的に溶融する圧縮減容工程のいずれかあるいは両方を含むことが好ましい。また、溶解工程における溶剤は、150℃以下の沸点を有する溶剤であることが好ましく、特に、塩化メチレンが好適である。上記溶剤が、エポキシイド又は炭素数5～7の不飽和炭化水素、あるいはそれらの両方をさらに含むことが好ましい。

さらに、本発明によれば、減容工程の後、減容された発泡スチロール樹脂を運搬して、その後の溶解工程等のいくつかの工程を別の工場にて行うことができるほか、押出成形された樹脂をさらに運搬して、別の工場において発泡スチロールの再生成型品とすることができる。

本発明の方法は、発泡スチロール樹脂のリサイクル工程中、押出成形工程の前工程を大きく減容工程と溶解工程に分け、熱溶融法及び溶剤溶解法のそれぞれの欠点を補ったものである。即ち、熱溶融法において分子量の低下が生ずる原因は、

押出工程において局部加熱が生じ易い事及び空気を巻き込むために酸化が生ずることである。この問題を解決するには、熱移動が良く、空気を巻き込まない溶剤溶解法が好ましいこと、濾過による異物除去も可能であること等から、総合的に品質面では溶剤溶解法が優れていることを見出した。

一方、溶剤溶解法の短所としては、溶剤の取扱い又は管理のために専門的な技術や知識が必要であること、溶解工程時において放散する発泡ガスに同伴する溶剤のロス及びそのための設備の必要性が挙げられる。このため、小規模での操業は経済的でなく、ある程度の規模での実施が必要となる。また、発泡スチロール樹脂の運搬コストを抑えるには、減容することが必須となるが、従来の熱溶融法では再生品の品質の低下は避け難く、一方、溶剤を運搬して廃材の発生する場所において減容するのでは溶剤の輸送コストの低減は望めず、運搬中の溶剤の取り扱い又は管理面でも問題がある。

以上のことから、発泡スチロール樹脂の減容には、分子量低下を生じず、溶剤も用いない本発明の方法が最も適していること、及び引き続き溶剤に溶解して処理する方法が、発泡スチロール樹脂廃材の効率的なリサイクル方法であることを見出した。

また、本発明に係る第一のポリスチレン溶解液分離回収装置は、発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収するポリスチレン溶解液分離回収装置において、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を前記シリンダー内に設けたものである。

本発明に係る第二のポリスチレン溶解液分離回収装置は、発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収するポリスチレン溶解液分離回収装置において、前記シリンダーが二つのシリンダーからなり、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を第1段目のシリンダー内に設け、スクリー軸を設けた第2段目のシリンダーが第1段目のシリンダーと直交して配置されるものである。

本発明に係る第三のポリスチレン溶解液分離回収装置は、発泡スチロールを溶

剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収するポリスチレン溶解液分離回収装置において、前記シリンダーが三つのシリンダーからなり、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を第1段目のシリンダー内に設け、スクリュ軸を設けた第2段目のシリンダーが第1段目のシリンダーと直交して配置され、スクリュ軸を設けた第3段目のシリンダーが第2段目のシリンダーと直交して配置されるものである。

本発明に係る第一のポリスチレン溶解液分離回収装置においては、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸をシリンダー内に設けているので、ポリスチレン溶解液が効率よく攪拌され、加熱手段からの熱の伝達が促進される。したがって、ポリスチレン溶解液からの溶剤の気化が速まる。

また、気化したガスはシリンダーの軸方向に沿ってほぼ直線的に移動できるので、ポリスチレンと溶剤が十分に分離されない状態で、シリンダーの流出口から流出することはない。

また、本発明に係る第二のポリスチレン溶解液分離回収装置においては、スクリュ軸を設けた第2段目のシリンダーが第1段目のシリンダーと直交して配置されるので、第2段目のシリンダーのスクリュで、第1段目のシリンダーから流入する溶融ポリスチレンを分断して押出しできるので、残存する溶剤の気化を促進することができる。

また、本発明に係る第三のポリスチレン溶解液分離回収装置においては、スクリュ軸を設けた第3段目のシリンダーが第2段目のシリンダーと直交して配置されるので、第3段目のスクリュで、第2段目のシリンダーから流入する溶融ポリスチレンを分断して押出しできるので、残存する溶剤の気化をさらに促進することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による発泡スチロールのリサイクル方法を実施するための工程の流れとリサイクルシステムを示すダイアグラムである。

図2は、本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第1の実施の形態を示す

縦断面図である。

図3は、本発明の第2の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の縦断面図である。

図4は、本発明の第2の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の平断面図である。

図5は、図4のA-A矢視図である。

図6は、溶融ポリスチレンが螺旋状の攪拌翼で次々とそぎ取られていく状態を示す図である。

図7は、本発明の第3の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の2段目と3段目の一部平断面図である。

図8は、図7のB-B矢視図である。

図9は、従来のポリスチレン分離回収装置を示す正面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態を説明する。

本発明の減容工程は、機械的に圧縮減容する工程又は200℃以下の温度で部分的に溶融する圧縮減容工程のいずれかあるいは両方を含んで行うことができる。

ここで、機械的に圧縮減容するとは、発泡スチロール樹脂の廃材を必要に応じて粉砕して、後続の工程に導入できる程度の大きさにした後、プレス機や押出機等により圧縮することで、部分的に溶融することをいう。また、200℃以下の温度で部分的に溶融する圧縮減容とは、上記機械的圧縮減容の際に外部から200℃以下の温度で部分的に溶融することをいう。これにより、一般的な発泡スチロール樹脂の密度である 0.02 g/cm^3 から、見掛け密度で $0.1\sim 0.5\text{ g/cm}^3$ 、好ましくは $0.2\sim 0.4\text{ g/cm}^3$ の程度にまで減容することができる。

本発明の機械的な圧縮による減容の場合には、粉砕や圧縮の際に発生する摩擦熱等の内部的な熱により発泡スチロール樹脂を部分的に溶融する場合もあるが、熱溶融法のような温度上昇は少なくなり、分子量の低下は最小限に抑えることができる。

一般に発泡スチロール樹脂を溶融すれば、その分見掛け密度は増大して減容の

度合いも進むが、あまり高温度で溶融すると、分子量の低下が進んで品質低下を招くため、本発明のように摩擦熱等の内部的な熱を主体とした機械的な圧縮減容は品質面で有利である。

一方、ある程度の分子量低下が容認される場合には、本発明の減容工程を外部からの加熱を伴った部分的に溶融する圧縮減容によって行うこともできるが、その場合の大幅な分子量の低下を防止するために200℃以下、好ましくは180℃以下の温度で行う。一般に、外部から加熱する場合には、熱の分布が生じたり、局所的に高温の部分が生じたりするが、本発明では最も高温部分の温度を基準にする。

このような減容工程により、圧縮された状態の樹脂塊が得られるが、溶剤を用いないので、処理装置の取り扱いと処理工程自体が比較的容易であり、原料となる発泡スチロール樹脂廃材の発生地において、小規模でも減容を行うことが容易である。

次に、このようにして減容された発泡スチロール樹脂を溶剤により溶解する。これは、減容を行った同じ工場で行うこともできるが、減容により発泡スチロール樹脂の輸送効率が高まっているので、減容化後、別の工場に輸送して、より多くの発泡スチロール樹脂をまとめて扱うことにより、効率的に処理することができる。溶剤を取り扱うような特殊な管理と取り扱い設備を要する工程は、より少ない場所でまとめて行う方が効率的であるからである。

この溶解工程においては、既に減容されているので、溶解に際して系外へ放出される溶剤の量は、減容化せずに溶剤に溶解する場合に比べて10分の1から50分の1にまで減らすことができる。従って、排出するガスからの溶剤の回収装置に対する負荷や溶剤の放出に伴うロスも減らすことができる。

本発明の溶解工程においては、減容化した発泡スチロール樹脂を溶剤に投入・攪拌することによって、溶解することができる他、混練装置を用いたり、押出機に溶剤と適当な大きさに破碎した発泡スチロール樹脂を入れて溶解することもできる。このように発泡スチロール樹脂を溶解する溶解工程を導入にすることにより、樹脂中に含まれる異物の除去を濾過により行うことができ、熱溶融法に比べて異物の除去が容易となる。

ここで、上記溶解工程に用いられる溶剤としては、発泡スチロールを溶解する溶剤であればいずれの溶剤も使用可能であるが、例えば塩化メチレン、トリクロロエチレン等の塩素系の溶剤や、リモネン、THF等を使用することができる。しかし、後続の溶剤を蒸発除去する工程が低温で行えることを考慮すると、比較的低沸点の溶剤、特に、沸点が150℃以下の溶剤が好ましく、沸点が40℃程度の塩化メチレンは溶解力にも優れ、最も好適である。

溶剤として塩化メチレンを用いるときには、更にエポキシイド又は炭素数5～7の不飽和炭化水素、あるいはそれらの両方を添加することにより、溶剤の蒸発、凝縮の操作を繰り返し行っても、溶剤の品質低下が生じにくくなる。特に、後述の押出工程は比較的高温条件下で行なわれるため、溶剤の熱分解が生じやすい。

本発明で用いるエポキシイドとしては、沸点が30～90℃であるエポキシイドが好ましい。具体的には、例えばプロピレンオキシド、ブチレンオキシド、テトラヒドロフラン等が挙げられる。エポキシイドは、これらの一種又は二種以上を組み合わせることで添加することができ、その添加量は塩化メチレンとこれらの添加物とをあわせた溶剤全体の重量に対し、0.1～1.0重量%、好ましくは0.2～0.5重量%である。エポキシイドの添加量が少なすぎると塩化メチレンの安定化を保持することができず、多すぎると経済的に不利である。

更に、炭素数5～7の不飽和炭化水素としては、例えば2-ペンテン、2-メチル-2-ブテン、2-ヘキセン、2-ヘプテン等が挙げられる。炭素数5～7の不飽和炭化水素は、これらの一種又は二種以上を組み合わせることで添加することができ、その添加量は塩化メチレンとこれらの添加物とをあわせた溶剤全体の重量に対し、10～200ppm、好ましくは50～100ppmである。炭素数5～7の不飽和炭化水素の添加量が10ppm未満では塩化メチレンの分解抑制効果に寄与せず、200ppmを超えても分解抑制効果の向上はあまり期待できず、経済的なデメリットが大きくなる。

溶剤の蒸発除去及びペレットの製造は、加熱された押出機等に発泡スチロール樹脂が溶解している溶液をフィードしながら攪拌して溶剤を蒸発させ、引き続き樹脂を成形してペレット状、ビーズ状、針状にすることにより行なわれる。この場合、溶剤を蒸発除去するため、外部からの熱を加えるが、樹脂の分子量が低下

するのを防止するため、200℃以下、特に180℃以下の温度にすることが好ましい。

このように溶剤に溶解した発泡スチロール樹脂を用いて押出成形を行うことにより、熱溶融法に比べて樹脂の分子量低下が起こらず、再生品の強度を高く維持することができる。

また、溶剤の蒸発除去には、後述するポリスチレン溶解液分離回収装置を使用することができる。本発明にかかるポリスチレン溶解液分離回収装置は、特に、残存する溶剤の気化を促進することができるため、溶剤の蒸発除去に好ましく使用される。また、かかる装置を用いることで、樹脂を糸状に押出成形することができる。

なお、溶解された発泡スチロール樹脂を押出成形する工程において、発泡スチロール樹脂の溶解溶液を加熱蒸発させ、その蒸気を冷却凝縮させて回収することにより、再利用することができる。

その後、この押出成形品を必要に応じて別の工場に移動させて、発泡ガスを含浸させて発泡用スチロール樹脂を再生することができる。その後、好ましくは消費地に近い工場において、再生され発泡ガスを含浸された発泡スチロール樹脂を発泡成形することにより、再生品の発泡スチロール樹脂成型品を得ることができる。使用される発泡ガスや成型方法は、再生品でないスチロール樹脂を用いる場合と同様である。

図1に示すように、本発明の一実施態様によれば、減容工程と溶剤溶解工程とを別々の場所において行うことができるので、溶剤を用いず管理が容易な減容工程のステーション110を原料となる発泡スチロール樹脂廃材が発生する地点100の近くに設けることができる。減容工程ステーション110は、例えば、工場や、量販店、問屋、流通拠点等廃材が発生する現場200に設置することもでき、発泡スチロール樹脂廃材の減容に必要な破碎機や押出機、圧縮装置等を備える。この結果、発泡スチロール樹脂廃材が発生する地点100から減容工程ステーション110への輸送は距離が比較的短くて済む。減容されて輸送と保管に有利になった発泡スチロール樹脂を、今度は溶剤溶解工程130を行う工場250へと集めることができる。溶剤の管理が必要な溶剤溶解工程は、減容された多

くの発泡スチロール樹脂を集めて処理することによりスケールメリットが出しやすい。この溶剤溶解工程の後には液状の樹脂組成物が得られるので、これを濾過して不純物を除去する等の処理 140 を容易に行うことができる。溶剤蒸発除去処理 150 を経て、樹脂を押出成形する (160)。

その後、ペレットに発泡ガスを含浸させる処理を同一工場 250 又は別の工場 300 において行うことができる。こうしてできたペレット又はビーズを好ましくは消費地に近い別の工場 350 にて発泡させて成形することにより、新たな成型品 170 とすることができる。もちろん溶剤溶解工程 130 から発泡成形 350 までを一カ所において行うこともできる。

次に、溶解工程を経て、発泡スチロールのペレットが溶解されたポリスチレン溶解液から、ポリスチレンを取り出すとともに、溶剤を除去する、ポリスチレン溶解液分離回収装置について、実施の形態を挙げて説明する。

図 2 は、本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第 1 の実施の形態を示す縦断面図である。

このポリスチレン溶解液分離回収装置 1 は、シリンダー 2 と、シリンダー 2 内に挿入された複数の攪拌翼 3 を有する攪拌軸 4 と、シリンダー 2 の外周面に長手方向に添って複数個装着したヒーター 5、および攪拌軸 4 の駆動装置とが主な構成要件となっている。

このポリスチレン溶解液分離回収装置 1 を詳述すると、攪拌軸 4 はシリンダー 2 外に設けられた支持部 6 に、軸受 7 を介して回転可能にその一端部が支持されており、他端部は支持されていない自由端 4a となっている。攪拌軸 4 の支持部 6 より外側の部分には、攪拌軸 4 回転用のスプロケット 8 が取り付けられている。このスプロケット 8 と、攪拌軸 4 に平行して設けられた電動機 9 の回転軸に取り付けられたスプロケット 10 間には、駆動用チェーン 11 が掛け回されており、電動機 9 を駆動させることにより、攪拌軸 4 を回転させる。

シリンダー 2 の支持部 6 側の端部には、シリンダー 2 内部に注入されるポリスチレン溶解液が、攪拌軸 4 とシリンダー 2 との間から洩れ出さないように、グラウンドパッキン 12 が装着されている。そして、シリンダー 2 のグラウンドパッキン 12 に近い位置には、ポリスチレン溶解液の注入口 13 が設けられており、注入

口13には注入用配管14が接続され、注入用配管14に接続したモノポンプ15により、ポリスチレン溶解液タンク16に貯蔵されているポリスチレン溶解液（発泡ポリスチレンを塩化メチレン等の溶剤に溶解させたもの）を、シリンダー2内に注入するようになっている。

また、シリンダー2のグランドパッキン12を装着した側とは反対側の端部に近い位置には、ガス抜き出しのためのベント管17が接続されており、ポリスチレン溶解液中の溶剤が気化したガスを抜き出すようになっている。

さらに、シリンダー2の攪拌軸4の自由端4a側の端部には、ポリスチレン溶解液中の溶剤が気化した後の溶融ポリスチレンを押出すためのダイ18が設けられている。

シリンダー2に注入されたポリスチレン溶解液は、モノポンプ15により一定の圧力を加えられると共に、複数のヒーター5で加熱されながら、かつ攪拌翼3で攪拌されながら、シリンダー2中をダイ18側へと搬送されていく。

ポリスチレン溶解液は、ヒーター5により加熱され、溶剤が気化しガスとなり、ポリスチレン溶解液から分離し、冷却されて回収される。一方、溶剤が分離したポリスチレンは加熱されて溶融状態となる。

攪拌軸4に設けた複数の攪拌翼3は、軸方向に隣り合う攪拌翼3が、その取り付け位置が攪拌軸4の周方向に1/4円周ずつずれていくように設けられている。攪拌翼3は、攪拌軸4の周方向に適当な間隔でずれていくように設けられていればよいので、1/4円周ずつにこだわらず、1/6円周、1/8円周ずつ等でもよい。

また、攪拌翼3は、攪拌軸4の軸を通る面に対して傾けて取り付けられている。さらに、攪拌翼3は、軸方向には一定長さラップするように、取り付けられているのが好ましい。

攪拌翼3が上述したようにして攪拌軸に取り付けられているので、シリンダー2中のポリスチレン溶解液は、未攪拌部分が発生することなく、シリンダー2中を前進する。このため、ヒーター5からポリスチレン溶解液への熱伝達が効率的に行われ、ポリスチレン溶解液中の溶剤の気化が促進される。

また、本発明の上述したような攪拌翼が設けられた攪拌軸を回転して攪拌する

機構においては、攪拌翼と攪拌翼との間に適当な大きさの間隔があるので、従来のスクリー軸の場合のような気化したガスがスクリーに沿った螺旋状の経路を通りガス抜き出し口へ至ることに比べて、極めて容易にガス抜き出し口に到達できる。

溶剤の気化により発生したガスは、攪拌翼 3 の回転に伴って発生するポリスチレン溶解液中の空隙を伝いながら、攪拌軸 4 に沿ってほぼ直線的にガス抜き出し口のペント管 17 へと移行するので、溶剤の気化が活発に行われ、残留する溶剤の割合を極めて少ないものにすることができる。

ポリスチレン溶解液から溶剤が気化し分離した後の溶融ポリスチレンは、ダイ 18 に到達し、ポリスチレン溶解液に加えられている圧力により、ダイ 18 に設けられた複数の貫通孔から糸状となってシリンダー 2 外に押出される。

次に、本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第 2 の実施の形態を、図 3 により説明する。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の縦断面図、図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の平断面図、図 5 は、図 4 の A-A 矢視図である。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、前記本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第 1 の実施の形態で説明したポリスチレン溶解液分離回収装置 1 に、第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構を取り付けたものであるので、第 1 段目のポリスチレン溶解液分離回収装置 1 に関する構成部材は、図 2 に示した符号と同じ符号を付して、それらの詳細説明は省略する。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、前記第 1 段目のシリンダー 2 の排出側の端部には、ダイ 18 に代わって第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 21 のシリンダー 22 を直交するように接続し、第 1 段目のシリンダー 2 から排出される溶融ポリスチレンを、第 2 段目のシリンダー 22 の長手方向上流部分から、シリンダー 22 内に流入させるようにしたものである。

第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 21 は、シリンダー 22 と、シリンダー 22 内に挿入された螺旋状の攪拌翼 23 を有する攪拌軸（スクリー軸）24 と、シリンダー 22 の外周面に長手方向に添って複数個装着したヒーター 2

5、および攪拌軸 2 4 の駆動装置とが主な構成要件となっている。

なお、攪拌軸 2 4 の駆動装置は、第 1 段目のポリスチレン溶解液分離回収装置 1 の攪拌軸 4 の駆動装置と同じ構成となっているので、図示していない。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、第 1 の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置よりも更に、溶剤の分離を高めるためのものである。そのため、攪拌翼 2 3 は螺旋形状に形成されており、図 6 に示すように、第 1 段目のシリンダー 2 から第 2 段目のシリンダー 2 2 に流入する溶融ポリスチレンは、螺旋状の攪拌翼 2 3 により次々にそぎ取られ、そぎ取られた部分 1 0 1 が糸状に伸びる。

第 1 段目のシリンダー 2 から第 2 段目のシリンダー 2 2 に流入する溶融ポリスチレンの量が、第 2 段目のシリンダー 2 2 内に充満しないようにシリンダーの内径を大きくしておくことにより、そぎ取られた部分 1 0 1 が糸状に伸びて溶融ポリスチレンの表面積が多くなり、溶剤の気化が促進される。

そして、溶剤が気化して発生したガスは、第 2 段目のシリンダー 2 2 の第 1 段目のシリンダー 2 との接続部よりも上流側に設けたベント管 2 6 を通って、ガス自身の圧力により送りだされる。

一方、溶剤が気化し分離された後の溶融ポリスチレンは、第 2 段目のシリンダー 2 2 内を前進して、シリンダー 2 2 の先端に設けたダイ 2 7 の複数の貫通孔から、外部に糸状になって押出される。

次に、本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第 3 の実施の形態を、図 7 により説明する。

図 7 は、本発明の第 3 の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置の 2 段目と 3 段目の一部平面断面図、図 8 は、図 7 の B-B 矢視図である。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、前記本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置の第 2 の実施の形態で説明したポリスチレン溶解液分離回収機構 2 1 に、第 3 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構を取り付けたものであるので、第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 2 1 に関する構成部材は、図 3 から図 5 に示した符号と同じ符号を付して、それらの詳細説明は省略する。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、前記第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 2 1 のシリンダー 2 2 の排出側の端部に、ダイ 2 7 に代わって第 3

段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 3 1 のシリンダー 3 2 を直交するように接続し、第 2 段目のシリンダー 2 2 から排出される溶融ポリスチレンを、第 3 段目のシリンダー 3 2 の長手方向上流部分から、シリンダー 3 2 内に流入させるようにしたものである。

第 3 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 3 1 は、第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 2 1 と同様に、シリンダー 3 2 と、シリンダー 3 2 内に挿入された螺旋状の攪拌翼 3 3 を有する攪拌軸（スクリュー軸） 3 4 と、シリンダー 3 2 の外周面に長手方向に添って複数個装着したヒーター 3 5、および攪拌軸 3 4 の駆動装置とが主な構成要件となっている。

なお、攪拌軸 3 4 の駆動装置は、第 1 段目および第 2 段目のポリスチレン溶解液分離回収機構 1 および 2 1 の攪拌軸 4 および 2 4 の駆動装置と同じ構成となっているので、図示していない。

このポリスチレン溶解液分離回収装置は、第 2 の実施の形態のポリスチレン溶解液分離回収装置よりも更に、溶剤の分離を高めるためのものである。そのため、攪拌翼 3 3 は螺旋形状に形成されており、第 2 段目のシリンダー 2 2 から第 3 段目のシリンダー 3 2 に流入する溶融ポリスチレンは、螺旋状の攪拌翼 3 3 により次々にそぎ取られる。

第 2 段目のシリンダー 2 2 から第 3 段目のシリンダー 3 2 に流入する溶融ポリスチレンの量が、第 3 段目のシリンダー 3 2 内に充満しないようにシリンダーの内径を大きくしておくことにより、そぎ取られた部分の溶融ポリスチレンの表面積が多くなり、溶剤の気化が促進される。

そして、溶剤が気化して発生したガスは、第 3 段目のシリンダー 3 2 の第 2 段目のシリンダー 2 2 との接続部よりも上流側に設けたベント管 3 6 を通って、ガス自体の圧力により送り出されるか、又は真空ポンプで吸引される。

一方、溶剤が気化した後の溶融ポリスチレンは、第 3 段目のシリンダー 3 2 内を前進して、シリンダー 3 2 の先端に設けたダイ 3 7 の複数の貫通孔から、外部に糸状になって押出される。

本実施の形態においては、ポリスチレン溶解液分離回収装置を、発泡スチロール樹脂を減容する減容工程と、減容された発泡スチロール樹脂を溶剤に溶解する

溶解工程と、溶解された発泡スチロール樹脂を溶液から溶剤を分離除去して、発泡スチロール樹脂を押出成形する工程とを含んでなる本発明の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法において使用することができることを説明したが、かかる装置は、本発明のリサイクル方法に限定されず、ポリスチレン溶解液をポリスチレンと溶剤とに分離し、ポリスチレンを押出成形するために用いることができる。

実施例

以下、実施例及び比較例を示して本発明を具体的に説明するが、本発明は下記例に制限されるものではない。

[実施例 1 (機械的圧縮減容+溶剤溶解法)]

発泡スチロール樹脂成型品をおおよそ卵くらいの大きさに破碎した後、先端の内径が 2.5 cm の円錐状の筒を取付けたスクリー式押出機で、発泡スチロール樹脂成型品を圧縮減容した。押出機の先端から押し出された樹脂は、押出機内での摩擦熱で外側の一部分が溶融していたが、大部分が未溶融の状態であり、圧縮減容後の樹脂の見掛け密度は 0.2 g/cm^3 であった。この減容樹脂を、攪拌機を備えた容器に充填された塩化メチレン (温度 15°C) に投入して、大気圧で溶解した。樹脂は、容器内で気泡を発生しながら溶解し、最終的に樹脂濃度が 40 重量%の溶液が得られた。溶解過程で生じた気泡は、容器のノズルから大気に放出されるが、溶解前後の重量を測定することにより、大気中に放出されたガスに同伴してロスとなった塩化メチレンの量を測定した。得られた溶液を気化した塩化メチレンを排出するための排気口を途中で設けた第 1 の実施の形態によるポリスチレン溶解液分離回収装置にフィードし、押出機外筒に設置されたヒーターで加熱して、塩化メチレンを蒸発除去した。溶融状態になった粘度の高い樹脂を第 1 の実施の形態によるポリスチレン溶解液分離回収装置に設けられたダイから押し出して、再生ベレットを製造した。押出機の温度は、先端近くが最高で 180°C であった。

[実施例 2 (部分溶融を伴う圧縮減容+溶剤溶解法)]

180°C の温度で外部加熱を行いながら、実施例 1 と同様の押出機を用いて発泡スチロールを押し出しながらから部分溶融した。先端からは、かなりの部分が未溶融の状態で圧縮減容された、内部に多くの気泡を含んだ樹脂塊が得られた。

この樹脂塊の見掛け密度は 0.4 g/cm^3 であった。

次いでこの樹脂塊を塩化メチレンに溶解した。塩化メチレン溶液中の樹脂の濃度は約40重量%であった。この溶液を実施例1と同様に処理をして再生ペレットを製造した。

〔比較例1（熱溶融法）〕

スクリー式押出機に発泡スチロールをフィードし、外筒に設置されたヒーターで加熱しながら融解し、押出機の先端に設けられた多孔板のダイから、直径2mmのひも状に押し出し、ペレタイザーで切断して、再生ペレットを製造した。スチロール樹脂がほぼ完全に溶解し、気泡が残らない状態にするため、押出機で十分な加熱時間が必要であった。再生されたペレットの密度は、約 1.0 g/cm^3 であった。

〔比較例2（溶剤溶解法）〕

発泡スチロール樹脂成型品を適当に破碎して、実施例1と同様に塩化メチレンに溶解させた。溶解の初期には、発泡スチロールは実施例1に比べて多量の発泡ガスの泡を放出させながら、勢いよく溶解したが、樹脂濃度が高くなるにつれ、次第に溶解速度が低下して、最終的には、樹脂濃度が約40重量%の溶液が得られた。この溶液を、実施例1と同様に処理して再生ペレットを製造した。

以上の方法により得られた塩化メチレンのロス量と再生ペレットの重量平均分子量をG.P.C法により測定した結果は次の通りであった。なお、塩化メチレンのロス量については、溶解樹脂1kg当りのロス量を示した。

例		重量平均分子量	塩化メチレンのロス量
実施例1	機械的圧縮減容＋溶剤溶解法	28.7万	5g
実施例2	部分溶融を伴う圧縮減容 ＋溶剤溶解法	25.0万	3g
比較例1	熱溶融法	18.5万	—
比較例2	溶剤溶解法	29.3万	50g
比較	原料発泡スチロール樹脂	30.5万	—

以上の結果から、比較例1では、一般に再生ペレットとして要求される強度に対応する重量平均分子量（20万～25万）より低く、発泡スチロール樹脂を再

利用するための品質に問題があるが、機械的圧縮減容に溶剤溶解を組み合わせた実施例 1 や、部分溶融を伴う圧縮減容に溶剤溶解を組み合わせた実施例 2 では、十分に実用に耐える強度を示す高い重量平均分子量の樹脂を得ることができた。このように、減容と溶剤への溶解を組み合わせる方法は、使用に十分に耐える、重量平均分子量の高い再生発泡スチロール樹脂が得られることがわかった。

一方、比較例 2 においては、再生ペレットの品質には問題はないが、減容工程において発泡ガスに同伴して気化する溶剤の系外への放出が実施例 1 に比べて非常に多く、溶剤の消費量又はこの放出ガスから溶剤を捕集する装置が大掛かりになるという欠点があることがわかった。

[実施例 3]

発泡スチロール樹脂を溶解する溶剤である塩化メチレンに、添加剤としてプロピレンオキサイドを 0.5 重量%、2-ペンテンを 0.01 重量% 添加した以外は、実施例 1 と同様に行った。その際、第 1 の実施の形態によるポリスチレン溶解液分離回収装置で蒸発除去された溶剤蒸気を冷却凝縮し、その中に存在する塩化水素の濃度を測定した。なお、対照として塩化メチレンのみの場合も同様に行った。その結果、塩化メチレンのみの場合の塩化水素濃度が 0.012 重量% であるのに対して、プロピレンオキサイド及び 2-ペンテンを添加した場合の塩化水素濃度は 0.0003 重量% であった。このことから、添加剤を加えることにより、塩化メチレンの劣化分解を防ぐことができることがわかった。

産業上の利用の可能性

上に詳述したように、本発明によれば、異物除去の困難性及び押出成形工程の加熱による分子量の低下、さらに、溶剤に溶解して減容する工程での放出ガスに同伴する気化した溶剤の放出とそれに伴うロスという問題を軽減しつつ、発泡スチロール樹脂廃材の効率的なリサイクルを行うことができる。

本発明はまた、発泡スチロールを溶解する溶剤に好ましく用いられる塩化メチレンに添加剤を加えることで、溶剤の熱による劣化分解を防止し、再利用を促進することができる。溶剤を再利用することで、リサイクル方法全体としてのコストを抑え、経済的なリサイクルが可能になる。

また、減容工程と溶剤溶解工程とを別々の場所において行うことができるので、

溶剤を用いず管理が容易な減容工程のステーションを原料となる発泡スチロール樹脂廃材が発生する地点の近くに設けることができる。減容工程ステーションからは、減容されて輸送に有利になった発泡スチロール樹脂を、溶剤と共に運搬することなく溶解工程を行う工場へと集めることができる。溶剤の管理が必要な溶解工程は、多量の発泡スチロール樹脂を集めて処理することによりスケールメリットが出しやすい。従って、発泡スチロール樹脂廃材のリサイクル処理の効率が大幅に向上する。

また、本発明のポリスチレン溶解液分離回収装置により、ポリスチレン溶解液から効率よく溶剤を気化させ、ポリスチレン樹脂中への溶剤の残存量を最小限にして安定してポリスチレンを押出成形して取り出すことができる。

請求の範囲

1. 発泡スチロール樹脂を減容する減容工程と、
減容された発泡スチロール樹脂を溶剤に溶解する溶解工程と、
溶解された発泡スチロール樹脂を押出成形する工程と
を含んでなる発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
2. 上記押出成形品を用いて発泡スチロールを製造する再生工程をさらに含む請求項1に記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
3. 上記減容工程が、機械的に圧縮する工程又は200℃以下の温度で部分的に熔融する圧縮減容工程のいずれかあるいは両方を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
4. 上記溶解工程における溶剤が、150℃以下の沸点を有する溶剤であることを特徴とする請求項1から3のいずれかーに記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
5. 上記溶解工程における溶剤が、塩化メチレンであることを特徴とする請求項1から4のいずれかーに記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
6. 上記溶剤が、エポキサイド又は炭素数5～7の不飽和炭化水素、あるいはそれらの両方をさらに含むことを特徴とする請求項5に記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
7. 減容された発泡スチロール樹脂を、減容工程の後の溶解工程を別の場所にて行うために運搬する第1運搬工程を含む請求項1から6のいずれかーに記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
8. 発泡スチロールを製造するために、押出成形工程の後に押出成形品を別の場所に運搬する第2運搬工程を含む請求項1から7のいずれかーに記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
9. 上記第2運搬工程の後、上記再生工程の前に、発泡ガスを上記押出成形品に含浸させる含浸工程と、さらに運搬を行う第3運搬工程を含むことを特徴とする請求項8に記載の発泡スチロール樹脂のリサイクル方法。
10. 発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収

するポリスチレン溶解液分離回収装置において、

軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を前記シリンダー内に設けたことを特徴とするポリスチレン溶解液分離回収装置。

11. 発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収するポリスチレン溶解液分離回収装置において、

前記シリンダーが二つのシリンダーからなり、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を第1段目のシリンダー内に設け、スクリー軸を設けた第2段目のシリンダーが第1段目のシリンダーと直交して配置されることを特徴とするポリスチレン溶解液分離回収装置。

12. 発泡スチロールを溶剤に溶解させたポリスチレン溶解液を、シリンダー内を前進させながら加熱して溶剤を気化しポリスチレンと分離し、溶剤を回収するポリスチレン溶解液分離回収装置において、

前記シリンダーが三つのシリンダーからなり、軸方向に隣り合う攪拌翼が周方向に位置をずらして取付けられている攪拌軸を第1段目のシリンダー内に設け、スクリー軸を設けた第2段目のシリンダーが第1段目のシリンダーと直交して配置され、スクリー軸を設けた第3段目のシリンダーが第2段目のシリンダーと直交して配置されることを特徴とするポリスチレン溶解液分離回収装置。

FIG.1

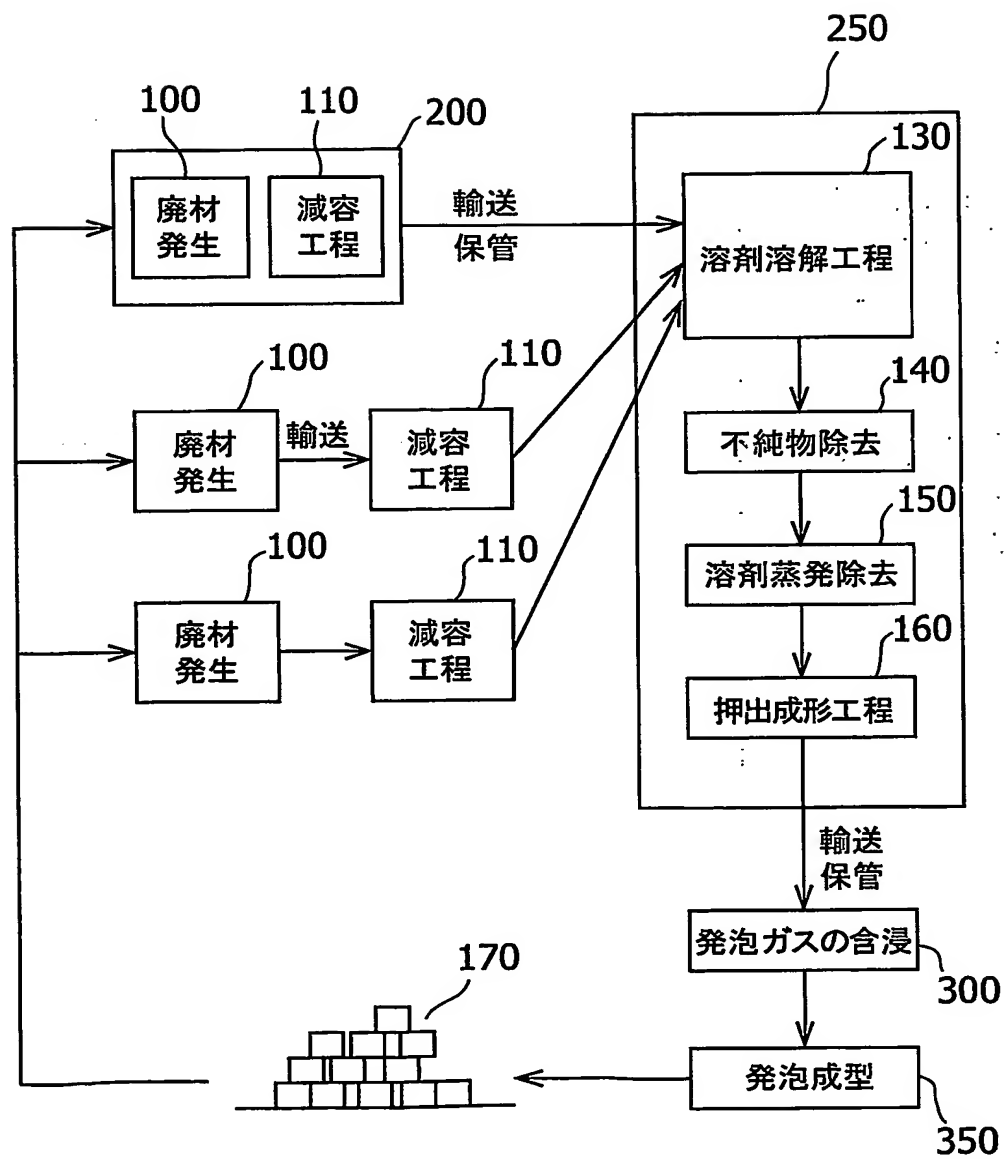


FIG.2

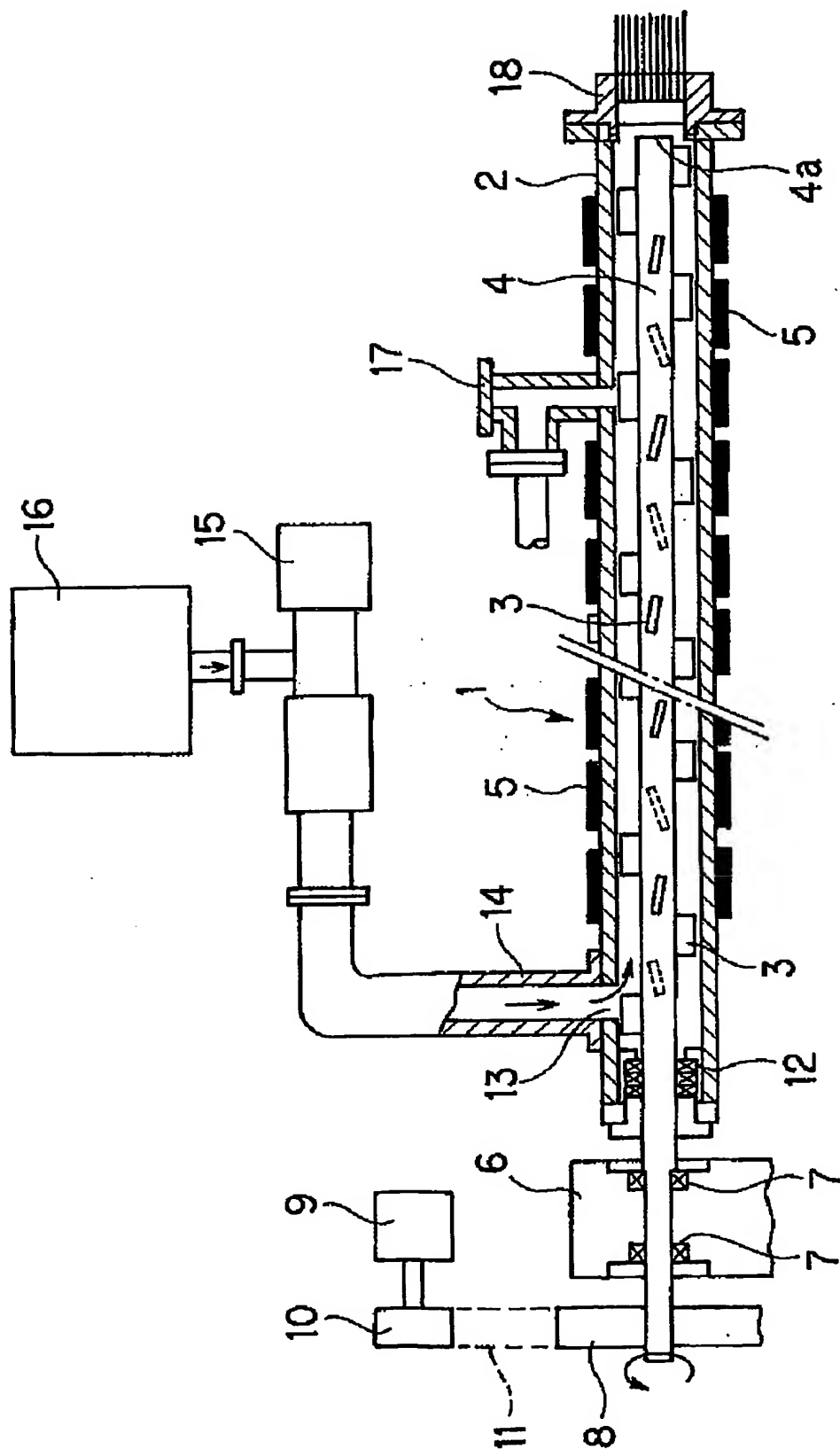


FIG.3

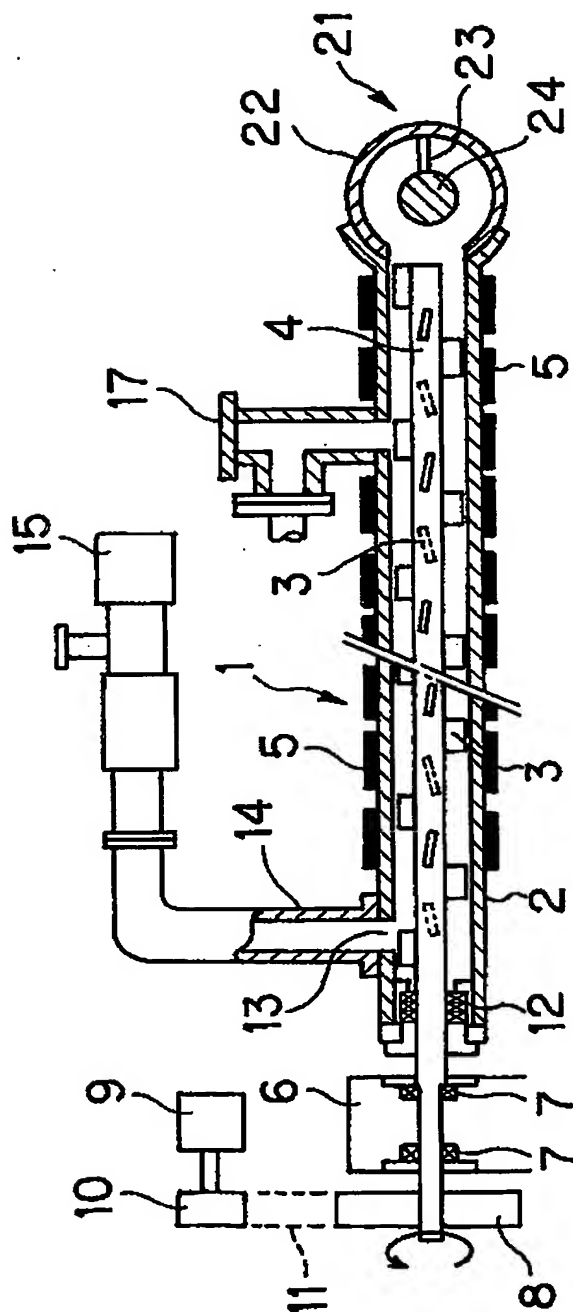


FIG.4

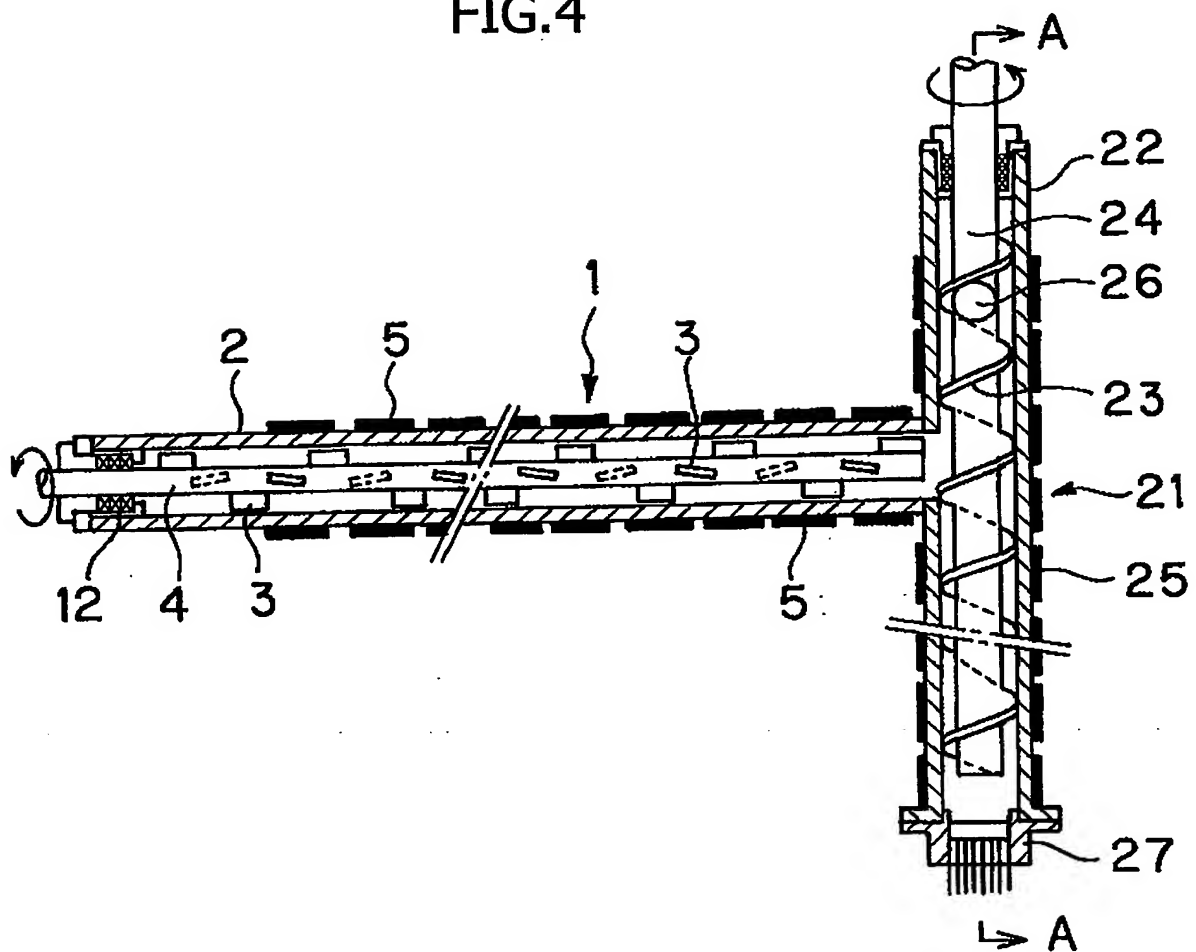


FIG.5

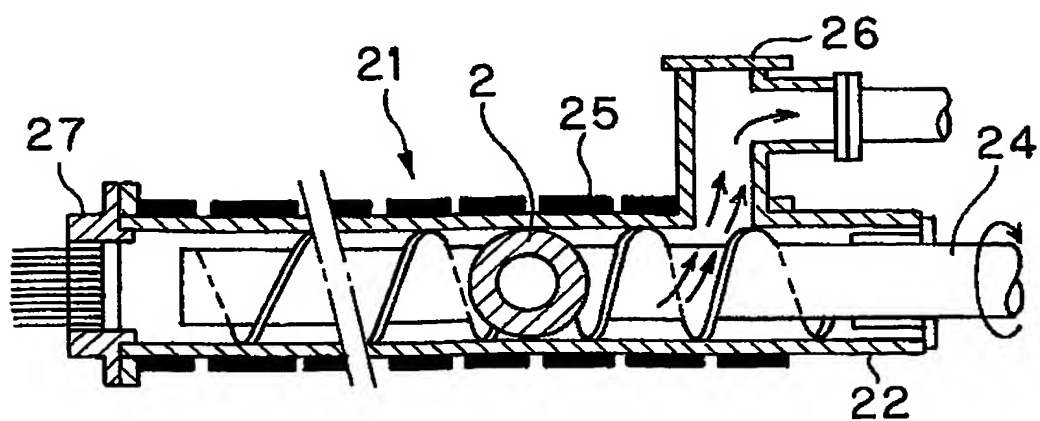


FIG.6

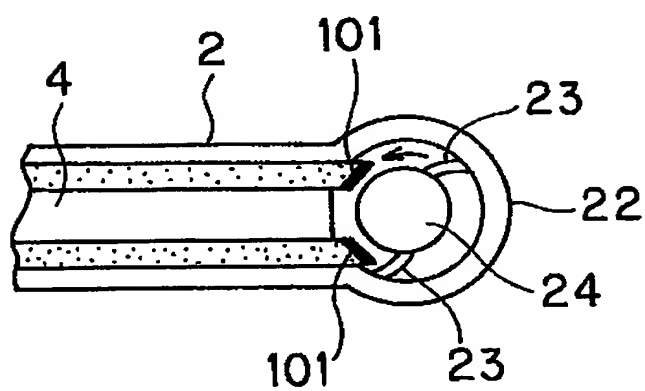


FIG.7

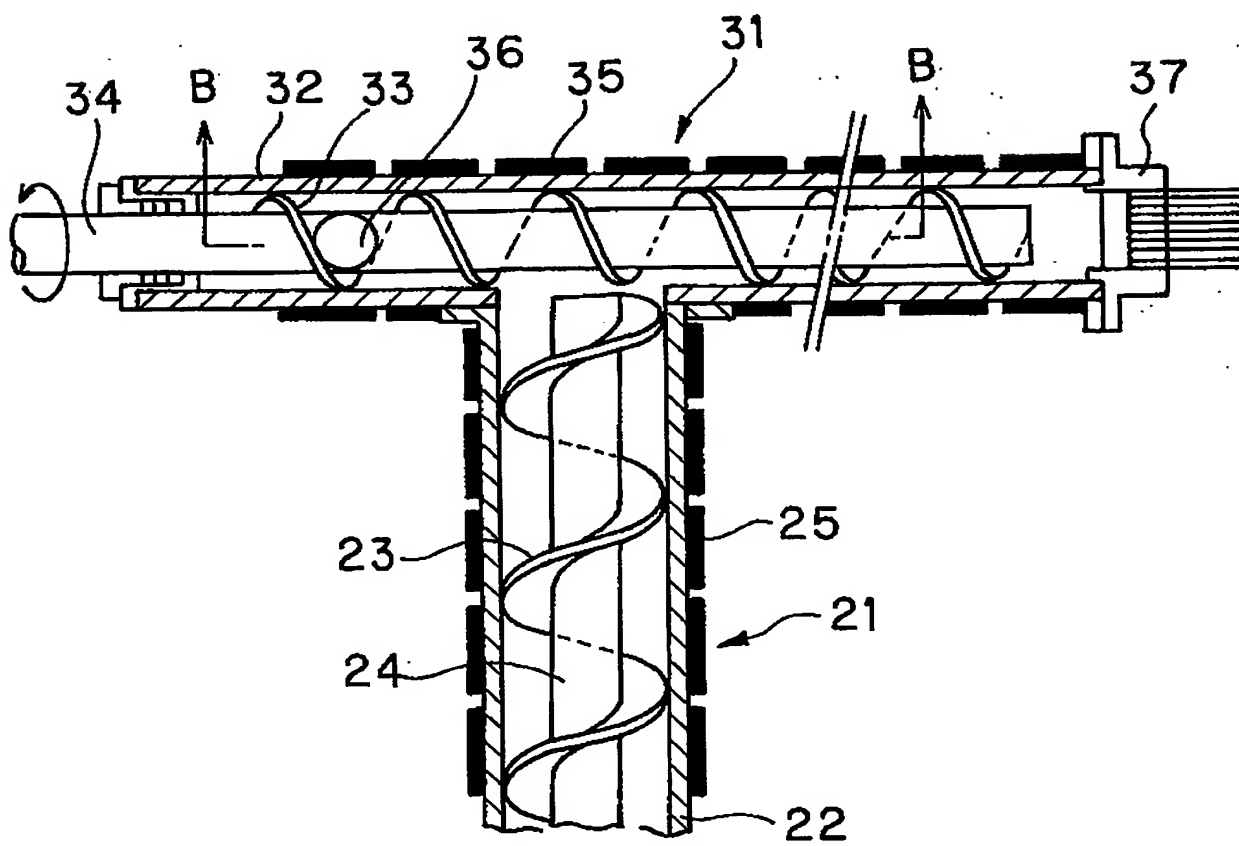


FIG.8

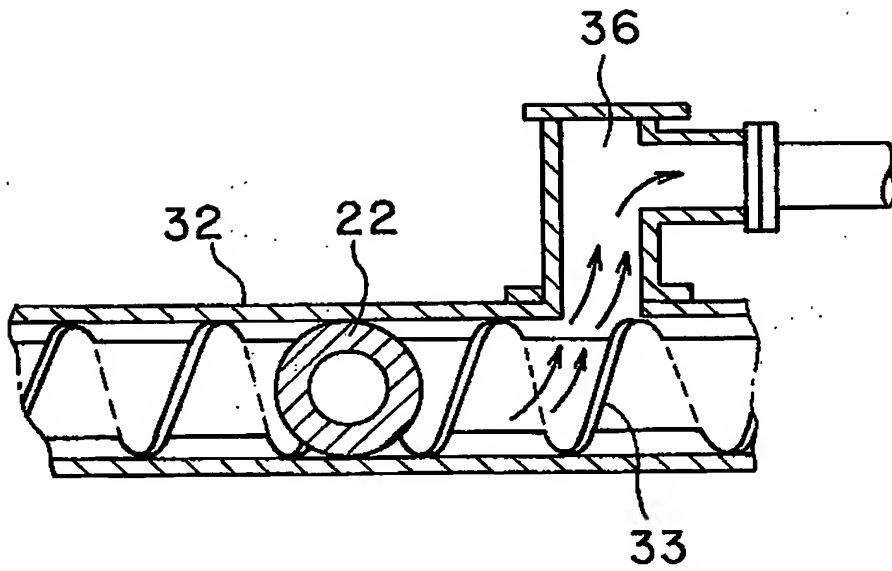
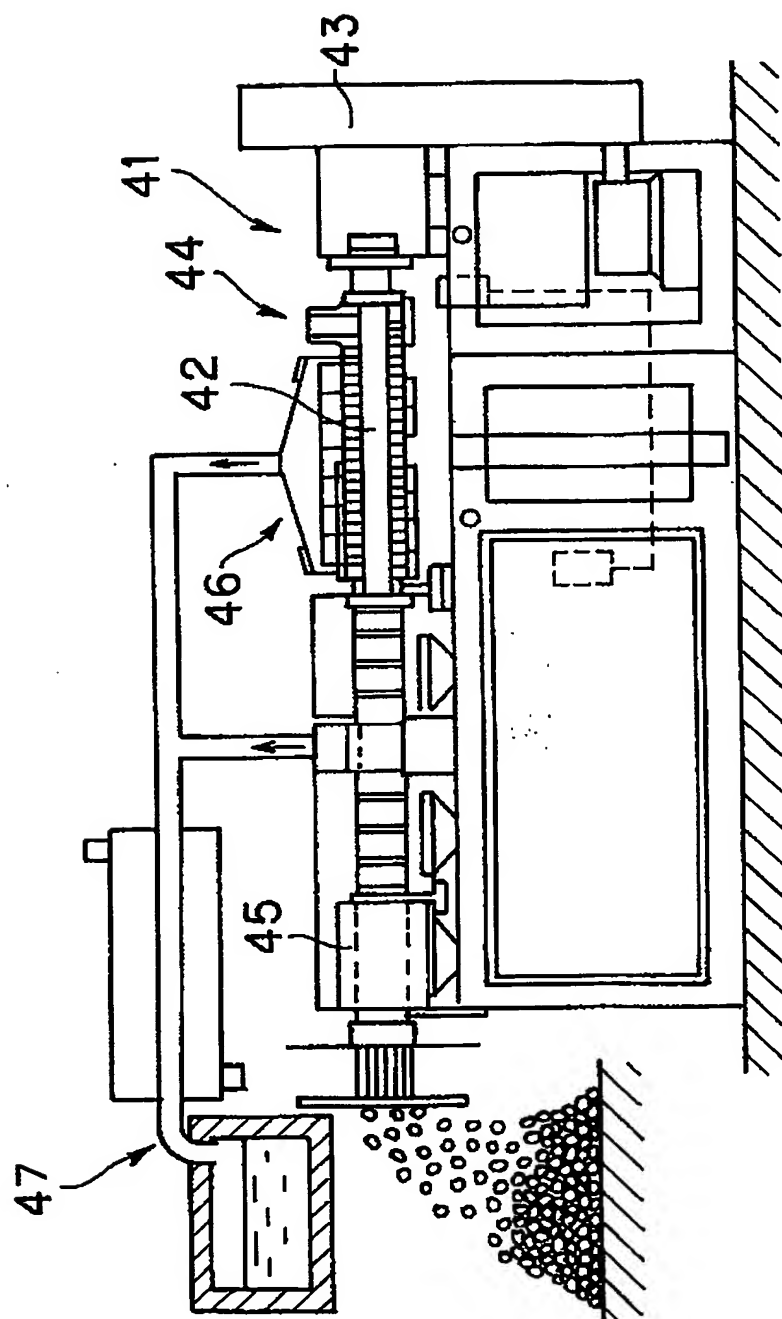


FIG.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/02237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B29B17/00, C08J11/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B29B17/00-17/02, C08J11/00-11/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-164035 A (Kabushiki Kaisha Amusu), 19 June, 2001 (19.06.01), Par. Nos. [0003] to [0007], [0020] to [0023], [0036] to [0040]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 7 3-6, 8, 9
Y	JP 5-185430 A (Kabushiki Kaisha Daisen Kogyo), 27 July, 1993 (27.07.93), Par. Nos. [0004] to [0009] (Family: none)	3
Y	JP 2000-256502 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 19 September, 2000 (19.09.00), Claims 1 to 2; Par. Nos. [0012] to [0015] (Family: none)	4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 June, 2003 (17.06.03)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2003 (01.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/02237

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-309659 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 07 November, 2000 (07.11.00), Par. Nos. [0004] to [0009] (Family: none)	8, 9
E, X	JP 2003-64216 A (NKK Corp.), 05 March, 2003 (05.03.03), Full text (Family: none)	10-12
Y	JP 2001-106825 A (Kurimoto Ltd.), 17 April, 2001 (17.04.01), Par. Nos. [0012] to [0018]; Figs. 2 to 3 (Family: none)	10-12
Y	JP 2000-212325 A (Kabushiki Kaisha Kakoki Kankyo Service), 02 August, 2000 (02.08.00), Par. Nos. [0015] to [0019]; Fig. 1 (Family: none)	10-12
A	WO 93/22119 A1 (EREMA ENGINEERING MASCHINEN UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.), 11 November, 1993 (11.11.93), Full text & EP 638017 A & US 5882558 A & AT 89492 A & ES 2103079 T	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/02237

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Inventions according to claims 1 to 9 relate to a method for recycling a foamed styrol resin.

Inventions according to claims 10 to 12 relate to an apparatus for separation and recovery of a polystyrene solution.

These two groups of inventions are not considered to be a group of inventions which are so linked as to form a single general inventive concept.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B29B17/00, C08J11/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B29B17/00-17/02, C08J11/00-11/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2003
日本国登録実用新案公報	1994-2003
日本国実用新案登録公報	1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2001-164035 A (株式会社アムス), 2001.06.19, 段落0003-0007, 0020-0023, 0036-0040, 図1 (ファミリーなし)	1, 2, 7 3-6, 8, 9
Y	JP 5-185430 A (株式会社ダイセン工業), 1993.07.27, 段落0004-0009 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2000-256502 A (信越化学工業株式会社), 2000.09.19, 請求項1-2, 段落0012-0015 (ファミリーなし)	4-6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.06.03

国際調査報告の発送日

01.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

斎藤 信人

4D

7614

電話番号 03-3581-1101 内線 3421

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-309659 A (日立化成工業株式会社), 2000. 11. 07, 段落0004-0009 (ファミリーなし)	8, 9
EX	JP 2003-64216 A (日本鋼管株式会社), 2003. 03. 05, 全文 (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2001-106825 A (株式会社栗本鐵工所), 2001. 04. 17, 段落0012-0018, 図2-3 (ファミリーなし)	10-12
Y	JP 2000-212325 A (株式会社化工機環境サービス), 2000. 08. 02, 段落0015-0019, 図1 (ファミリーなし)	10-12
A	WO 93/22119 A1 (EREMA ENGINEERING MASCHINEN UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.), 1993. 11. 11, 全文 & EP 638017 A & US 5882558 A & AT 89492 A & ES 2103079 T	1-9

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-9に記載された発明は、発泡スチロール樹脂のリサイクル方法に関するものである。

請求の範囲10-12に記載された発明は、ポリスチレン溶解液分離回収装置に関するものである。

そして、これらの2つの発明群が単一の一般的発明概念を形成するように関連している一群の発明であるとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。